

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-40727

(P2010-40727A)

(43) 公開日 平成22年2月18日(2010.2.18)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 21/301 (2006.01)	H O 1 L 21/78 C	
	H O 1 L 21/78 F	

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2008-201401 (P2008-201401)	(71) 出願人	000134051
(22) 出願日	平成20年8月5日 (2008.8.5)		株式会社ディスコ
			東京都大田区大森北二丁目13番11号
		(74) 代理人	100075384
			弁理士 松本 昂
		(74) 代理人	100125519
			弁理士 伊藤 憲二
		(72) 発明者	岡田 繁史
			東京都大田区大森北二丁目13番11号
			株式会社ディスコ内

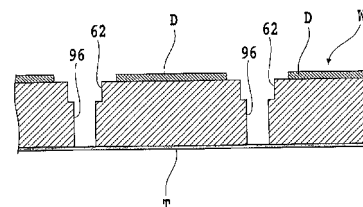
(54) 【発明の名称】 板状物の分割方法

(57) 【要約】

【課題】 作業効率を落とすことなく2台の加工装置を用いて板状物を分割することが可能な板状物の分割方法を提供することである。

【解決手段】 複数の分割予定ラインを有する板状物を第1及び第2の加工装置を用いて分割する板状物の分割方法であって、第1の加工装置で少なくとも1本の分割予定ラインを検出する分割予定ライン検出工程と、該分割予定ライン検出工程で検出した分割予定ラインに基づいて全ての分割予定ラインを割り出し、第1の加工装置で全ての分割予定ラインに沿って加工溝を形成する加工溝形成工程と、形成した該加工溝の位置を加工溝位置情報として記録する加工溝位置情報記録工程と、該加工溝位置情報記録工程で記録した加工溝位置情報を第2の加工装置に転送する加工溝位置情報転送工程と、該加工溝位置情報転送工程で転送された加工溝位置情報に基づいて、第2の加工装置で前記各加工溝を切削して板状物を分割する分割工程と、を具備したことを特徴とする。

【選択図】 図7



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の分割予定ラインを有する板状物を第 1 及び第 2 の加工装置を用いて分割する板状物の分割方法であって、

第 1 の加工装置で少なくとも 1 本の分割予定ラインを検出する分割予定ライン検出工程と、

該分割予定ライン検出工程で検出した分割予定ラインに基づいて全ての分割予定ラインを割り出し、第 1 の加工装置で全ての分割予定ラインに沿って加工溝を形成する加工溝形成工程と、

形成した該加工溝の位置を加工溝位置情報として記録する加工溝位置情報記録工程と、

該加工溝位置情報記録工程で記録した加工溝位置情報を第 2 の加工装置に転送する加工溝位置情報転送工程と、

該加工溝位置情報転送工程で転送された加工溝位置情報に基づいて、第 2 の加工装置で前記各加工溝を切削して板状物を分割する分割工程と、

を具備したことを特徴とする板状物の分割方法。

【請求項 2】

複数の分割予定ラインを有する板状物を第 1 及び第 2 の加工装置を用いて分割する板状物の分割方法であって、

第 1 の加工装置で少なくとも 1 本の分割予定ラインを検出する分割予定ライン検出工程と、

検出した分割予定ラインに基づいて全ての分割予定ラインを割り出し、全ての分割予定ラインの位置を記録する分割予定ライン位置情報記録工程と、

記録した分割予定ラインの位置情報に基づいて、各分割予定ラインに沿って加工溝を形成する加工溝形成工程と、

該分割予定ライン位置情報記録工程で記録した分割予定ラインの位置情報を第 2 の加工装置に転送する分割予定ライン位置情報転送工程と、

該分割予定ライン位置情報転送工程で転送された分割予定ラインの位置情報に基づいて、第 2 の加工装置で各加工溝を切削して板状物を分割する分割工程と、

を具備したことを特徴とする板状物の分割方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、複数の分割予定ラインを有する板状物を 2 台の加工装置を用いて分割する板状物の分割方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

シリコン基板に I C、L S I 等のデバイスが複数形成された半導体ウエーハや、電子部品に使用される各種セラミック基板、樹脂基板、ガラス基板、サファイア基板等の板状物はダイシング装置、レーザー装置、ウォータジェット装置等の加工装置によって個々のチップに分割され、分割されたチップは各種電子機器に広く利用されている。

【0003】

板状物の加工は板状物に形成されたストリートと呼ばれる複数の分割予定ラインに沿って遂行される。より具体的には、加工装置の加工手段がストリート上に位置決めされた後、所定のインデックス量（割り出し量）でインデックス（割り出し）送りされることで加工手段が順次ストリート上に位置付けられて板状物を個々のチップへ分割する。

【0004】

ところが、パターン精度が悪いウエーハなどでは所定のインデックス値により切削ブレードをインデックス送りしながら切削加工を行うと、切削ブレードがストリートから外れてデバイス領域を加工してしまう恐れがある。

【0005】

そこで、ダイシング装置（切削装置）では、切削する前に全てのストリート位置をアライメント手段で検出し、記憶しておく方法（特開平 9-52227 号公報）や、加工中に切削位置の補正を行う方法が提案されている（特開平 11-283938 号公報）。

【0006】

一方、低誘電率絶縁体被膜（low-k 膜）やテストエレメントグループ（TEG）が上面に形成された半導体ウエーハや、低温焼結セラミック（LTCC）、サファイア等の難切削材の加工では、一種類の加工装置では分割が難しい場合に種類の異なる 2 台の加工装置を用いることがある。

【0007】

例えば、low-k 膜や TEG が形成されたウエーハでは、切削ブレードで加工すると切削ブレードに目詰まりや目つぶれが生じて切削不良が発生する。そこで、レーザー加工装置を用いてレーザー照射により low-k 膜や TEG を除去した後に、ダイシング装置を用いて切削ブレードをレーザー加工溝に位置付けて切削を行うことでチップへと分割する方法が広く採用されている（特開 2006-190779 号公報）。

【特許文献 1】特開平 9-52227 号公報

【特許文献 2】特開平 11-283938 号公報

【特許文献 3】特開 2006-190779 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

このように種類の異なる 2 台の加工装置を用いて板状物を分割する場合において、被加工物のパターン精度が良好であれば、第 1 の加工装置で加工溝を形成した後、第 2 の加工装置では所定のインデックス値で加工手段をインデックス送りすることで加工溝に第 2 の加工装置の加工手段を位置付けることができる。

【0009】

ところが、パターン精度が悪い場合には、第 2 の加工装置の加工手段を第 1 の加工装置で形成した加工溝に位置付けるためには、第 2 の加工装置で加工溝を検出する必要があり、非常に効率が悪いという問題がある。

【0010】

本発明はこのような点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、2 台の加工装置を用いて板状物を分割する際に、第 1 の加工装置で形成した加工溝を第 2 の加工装置で検出する必要がなく、第 2 の加工装置の加工手段を第 1 の加工装置で形成した加工溝に容易に位置付けることが可能な板状物の分割方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

請求項 1 記載の発明によると、複数の分割予定ラインを有する板状物を第 1 及び第 2 の加工装置を用いて分割する板状物の分割方法であって、第 1 の加工装置で少なくとも 1 本の分割予定ラインを検出する分割予定ライン検出工程と、該分割予定ライン検出工程で検出した分割予定ラインに基づいて全ての分割予定ラインを割り出し、第 1 の加工装置で全ての分割予定ラインに沿って加工溝を形成する加工溝形成工程と、形成した該加工溝の位置を加工溝位置情報として記録する加工溝位置情報記録工程と、該加工溝位置情報記録工程で記録した加工溝位置情報を第 2 の加工装置に転送する加工溝位置情報転送工程と、該加工溝位置情報転送工程で転送された加工溝位置情報に基づいて、第 2 の加工装置で前記各加工溝を切削して板状物を分割する分割工程と、を具備したことを特徴とする板状物の分割方法が提供される。

【0012】

請求項 2 記載の発明によると、複数の分割予定ラインを有する板状物を第 1 及び第 2 の加工装置を用いて分割する板状物の分割方法であって、第 1 の加工装置で少なくとも 1 本の分割予定ラインを検出する分割予定ライン検出工程と、検出した分割予定ラインに基づいて全ての分割予定ラインを割り出し、全ての分割予定ラインの位置を記録する分割予定

10

20

30

40

50

ライン位置情報記録工程と、記録した分割予定ラインの位置情報に基づいて、各分割予定ラインに沿って加工溝を形成する加工溝形成工程と、該分割予定ライン位置情報記録工程で記録した分割予定ラインの位置情報を第２の加工装置に転送する分割予定ライン位置情報転送工程と、該分割予定ライン位置情報転送工程で転送された分割予定ラインの位置情報に基づいて、第２の加工装置で各加工溝を切削して板状物を分割する分割工程と、を具備したことを特徴とする板状物の分割方法が提供される。

【発明の効果】

【００１３】

請求項１記載の発明によると、第１の加工装置で分割予定ラインに沿って加工溝を形成しながら加工溝の位置を加工溝位置情報として記録し、記録した加工溝位置情報を第２の加工装置に転送し、第２の加工装置では転送された加工溝位置情報に基づいて、各加工溝を切削して板状物を分割するので、第２の加工装置の加工手段を第１の加工装置で形成した加工溝に容易に位置付けることが可能となり、作業効率良く板状物を分割することができる。

10

【００１４】

請求項２記載の発明によると、第１の加工装置で少なくとも１本の分割予定ラインを検出するとともに、検出した分割予定ラインに基づいて全ての分割予定ラインを割り出し、全ての分割予定ラインの位置を記録する。

【００１５】

そして、記録した分割予定ラインの位置情報に基づいて、各分割予定ラインに沿って加工溝を形成し、次いで分割予定ラインの位置情報を第２の加工装置に転送し、第２の加工装置では転送された分割予定ラインの位置情報に基づいて、各加工溝を切削して板状物を分割する。従って、第２の加工装置の加工手段を第１の加工装置で形成した加工溝に容易に位置付けることが可能となり、作業効率良く板状物を分割することができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【００１６】

以下、本発明の板状物の分割方法を図面を参照して詳細に説明する。図１を参照すると、本発明の板状物の分割方法に使用するのに適した第１の加工装置としてのレーザー加工装置の概略構成図が示されている。

【００１７】

レーザー加工装置２は、静止基台４上にＸ軸方向に移動可能に搭載された第１スライドブロック６を含んでいる。第１スライドブロック６は、ボールねじ８及びパルスモータ１０から構成される加工送り手段１２により一対のガイドレール１４に沿って加工送り方向、すなわちＸ軸方向に移動される。

30

【００１８】

第１スライドブロック６上には第２スライドブロック１６がＹ軸方向に移動可能に搭載されている。すなわち、第２スライドブロック１６はボールねじ１８及びパルスモータ２０から構成される割り出し送り手段２２により一対のガイドレール２４に沿って割り出し方向、すなわちＹ軸方向に移動される。

【００１９】

第２スライドブロック１６上には円筒支持部材２６を介してチャックテーブル２８が搭載されており、チャックテーブル２８は加工送り手段１２及び割り出し送り手段２２によりＸ軸方向及びＹ軸方向に移動可能である。チャックテーブル２８には、チャックテーブル２８に吸引保持されたＬＥＤウエーハ等のワークをクランプするクランプ３０が設けられている。

40

【００２０】

静止基台４にはコラム３２が立設されており、このコラム３２にはレーザービーム発振手段３４を収容したケーシング３５が取り付けられている。レーザービーム発振手段３４から発振された加工用レーザービームは、ケーシング３５の先端に取り付けられた集光器３６の対物レンズによって集光されてチャックテーブル２８に保持されている半導体ウエ

50

ーハ等のワークに照射される。

【0021】

ケーシング35の先端部には、集光器36とX軸方向に整列して加工用レーザービーム発振手段から発振されたレーザービームによってレーザー加工すべき加工領域を検出する撮像手段38が配設されている。

【0022】

撮像手段38は、可視光によって撮像する通常のCCD等の撮像素子の他に、ワークに赤外線照射する赤外線照射手段と、赤外線照射手段によって照射された赤外線を捕らえる光学系と、この光学系によって捕らえられた赤外線に対応した電気信号を出力する赤外線CCD等の赤外線撮像素子から構成される赤外線撮像手段を含んでおり、撮像した画像信号は後述するコントローラ（制御手段）40に送信される。

10

【0023】

コントローラ40はコンピュータによって構成されており、制御プログラムに従って演算処理する中央処理装置（CPU）42と、制御プログラム等を格納するリードオンリーメモリ（ROM）44と、演算結果等を格納する読み書き可能なランダムアクセスメモリ（RAM）46と、カウンタ48と、入力インターフェイス50と、出力インターフェイス52とを備えている。

【0024】

56は案内レール14に沿って配設されたリニアスケール54と、第1スライドブロック6に配設された図示しない読み取りヘッドとから構成される加工送り量検出手段であり、加工送り量検出手段56の検出信号はコントローラ40の入力エンターフェイス50に

20

【0025】

入力される。60はガイドレール24に沿って配設されたリニアスケール58と第2スライドブロック16に配設された図示しない読み取りヘッドとから構成される割り出し送り量検出手段であり、割り出し送り量検出手段60の検出信号はコントローラ40の入力インターフェイス50に

【0026】

入力される。一方、コントローラ40の出力インターフェイス52からはパルスモータ10、パルスモータ20、レーザービーム発振手段34等に制御信号が出力される。

30

【0027】

図2に示すように、レーザー加工装置2の加工対象であるlow-k膜やTEGが表面に形成された半導体ウェーハWの表面においては、第1のストリートS1と第2のストリートS2とが直交して形成されており、第1のストリートS1と第2のストリートS2とによって区画された領域に多数のデバイスDが形成されている。

【0028】

ウェーハWは粘着テープであるダイシングテープTに貼着され、ダイシングテープTの外周部は環状フレームFに貼着されている。これにより、ウェーハWはダイシングテープTを介して環状フレームFに支持された状態となり、図1に示すクランプ30により環状フレームFをクランプすることによりチャックテーブル28上に支持固定される。

40

【0029】

以下、上述したように構成されたレーザー加工装置2による半導体ウェーハWの加工方法（分割方法）について説明する。まず、撮像手段38でウェーハWを撮像して、少なくとも1本のストリート（分割予定ライン）S1を検出する。即ち、少なくとも1本のストリートS1を集光器36に対してアライメントする。他のストリートS1については、パターンニングの設計データに基づいて割り出しをする。

【0030】

代替案として、2本のストリートS1について或いは飛び飛びの3本以上のストリートS1についてアライメントを実行し、他のストリートS1についてはパターンニングの設計

50

データに基づいて割り出しをするようにしても良い。また、パターニングの精度の悪い半導体ウエーハWについては、全てのストリートS1についてアライメントを実行するようにしても良い。

【0031】

次に、チャックテーブル28を90度回転してストリートS2を検出する。即ち、ストリートS2を集光器36に対してアライメントする。ストリートS2のアライメントについては、ストリートS1の場合と同様に、少なくとも1本のストリートS2、或いは複数本のストリートS2、或いは全てのストリートS2についてアライメントを実行するようにしても良い。

【0032】

全てのストリートS1についての割り出しが完了したならば、レーザービーム発振手段34を駆動して集光器36からウエーハWに対してレーザービームを照射し、ストリートS1に沿って切削溝62を形成する。レーザービーム発振手段34から発振するレーザービームとしては、例えばYAGレーザーの第三高調波である波長355nmのレーザービームを使用する。

【0033】

ウエーハWをY軸方向に割り出し送りしながら全てのストリートS1に沿って加工溝62を形成する。次いで、チャックテーブル28を90度回転し、チャックテーブル28をY軸方向に割り出し送りしながら全てのストリートS2に沿って加工溝62を形成する。全てのストリートS1、S2に沿って加工溝62を形成した状態が図3に示されている。図4は図3の一部拡大断面図である。

【0034】

第1実施形態の加工方法では、形成した加工溝62の位置を加工溝位置情報としてコントローラ40のRAM46に書き込む(記録する)。第1実施形態の加工方法の加工溝位置情報記録工程では、レーザー加工装置2の割り出し送り位置を記録しても良いし、カーフチェック(加工溝62を実際にカメラで検出する)で位置を記録するようにしても良い。

【0035】

第2実施形態の加工方法では、検出したストリートS1、S2に基づいて全てのストリートS1、S2を割り出し、レーザービームでウエーハWの加工を行う前に、全てのストリートS1、S2の位置をストリート位置情報(分割予定ライン位置情報)としてコントローラ40のRAM46に記録する。次いで、RAM46に記録されたストリートS1、S2の位置情報に基づいて、各ストリートS1、S2に沿って加工溝62を形成する。

【0036】

このようにウエーハWの全てのストリートS1、S2に沿って加工溝62を形成すると、第1の加工装置であるレーザー加工装置2を使用しての加工は終了する。次いで、図5に示すような第2の加工装置であるダイシング装置(切削装置)64を使用しての加工溝62に沿っての切削加工を実施する。図5は切削装置2の外観を示している。

【0037】

切削装置64の前面側にはオペレータが加工条件等の装置に対する指示を入力するための操作手段66が設けられている。装置上部には、オペレータに対する案内画面や後述する撮像手段によって撮像された画像が表示されるCRT等の表示手段68が設けられている。

【0038】

図3に示すように、全てのストリートS1、S2に沿って加工溝62が形成されたウエーハはダイシングテープTを介してフレームFに支持されており、図5に示したウエーハカセット70中にウエーハが複数枚(例えば25枚)収容される。ウエーハカセット70は上下動可能なカセットエレベータ71上に載置される。

【0039】

ウエーハカセット70の後方には、ウエーハカセット70から切削前のウエーハWを搬

10

20

30

40

50

出するとともに、切削後のウエーハをウエーハカセット 70 に搬入する搬出入手段 72 が配設されている。

【0040】

ウエーハカセット 70 と搬出入手段 72 との間には、搬出入対象のウエーハが一時的に載置される領域である仮置領域 74 が設けられており、仮置領域 74 には、ウエーハ W を一定の位置に位置合わせする位置合わせ手段 76 が配設されている。

【0041】

仮置領域 74 の近傍には、ウエーハ W と一体となったフレーム F を吸着して搬送する旋回アームを有する搬送手段 78 が配設されており、仮置領域 74 に搬出されたウエーハ W は、搬送手段 78 により吸着されてチャックテーブル 80 上に搬送され、このチャックテーブル 80 に吸引されるとともに、複数のクランプ 81 によりフレーム F がクランプされることでチャックテーブル 80 上に保持される。

10

【0042】

チャックテーブル 80 は、回転可能且つ X 軸方向に往復動可能に構成されており、チャックテーブル 80 の X 軸方向の移動経路の上方には、ウエーハ W の切削すべきストリートを検出するアライメント手段 82 が配設されている。

【0043】

アライメント手段 82 は、ウエーハ W の表面を撮像する撮像手段 84 を備えており、撮像により取得した画像に基づき、パターンマッチング等の処理によって切削すべきストリートを検出することができる。撮像手段 84 によって取得された画像は、表示手段 68 に表示される。

20

【0044】

ここで注意すべきは、本発明の加工方法では、切削装置 64 で切削すべきストリート S1, S2 に形成された加工溝位置情報又はストリート位置情報は第 1 の加工装置であるレーザー加工装置 2 の RAM 46 に記録されており、この情報を利用するのでアライメント手段 82 によるアライメントは必要ないことである。

【0045】

アライメント手段 82 の左側には、チャックテーブル 80 に保持されたウエーハ W に対して切削加工を施す切削手段 86 が配設されている。切削手段 86 はアライメント手段 82 と一体的に構成されており、両者が連動して Y 軸方向及び Z 軸方向に移動する。

30

【0046】

切削手段 86 は、回転可能なスピンドル 88 の先端に切削ブレード 90 が装着されて構成され、Y 軸方向及び Z 軸方向に移動可能となっている。切削ブレード 90 は撮像手段 84 の X 軸方向の延長線上に概略位置している。

【0047】

本発明第 1 実施形態の加工方法によると、レーザー加工装置 2 の RAM 46 に記録された加工溝位置情報を、例えばレーザー加工装置 2 と切削装置 64 を LAN ケーブルで接続して切削装置 64 に転送する。転送された加工溝位置情報は、切削装置 2 のコントローラのメモリに記録される。

【0048】

本発明第 2 実施形態の加工方法によると、レーザー加工装置 2 の RAM 46 に記録されたストリート（分割予定ライン）位置情報を切削装置 64 に転送する。転送されたストリート位置情報は、切削装置 64 のコントローラのメモリに記録される。

40

【0049】

レーザー加工装置 2 から切削装置 64 への加工溝位置情報或いはストリート位置情報の転送は、LAN ケーブルに限られるものではなく、例えばレーザー加工装置 2 に記録されているデータを USB メモリ等にコピーし、この USB メモリを切削装置 64 のコントローラの所定のスリットに差し込んで、データを切削装置 64 のメモリに移すようにしても良い。

【0050】

50

切削装置 6 4 では、レーザー加工装置 2 から転送されてきた加工溝位置情報又はストリート位置情報に基づいて、各加工溝 6 2 を切削してウエーハ W を個々のデバイス（チップ）に分割する。

【0051】

ここで注意すべきは、加工溝 6 2 の形成されたウエーハ W のチャックテーブル 8 0 へのセッティングであり、レーザー加工装置 2 のチャックテーブル 2 8 に保持されたウエーハ W の原点位置出しと、切削装置 6 4 のチャックテーブル 8 0 に保持されたウエーハ W の原点位置出しを一致させる必要があることである。

【0052】

切削装置 6 4 では、レーザー加工装置 2 から転送されてきた加工溝位置情報又はストリート位置情報に基づいて、各加工溝 6 2 を切削ブレード 9 0 で切削すれば良いので、切削装置 6 4 のアライメント手段 8 2 によるアライメントを実施する必要はない。

【0053】

図 6 は全ての加工溝 6 2 を切削ブレード 9 0 で切削してウエーハ W を個々のデバイス D に分割した状態の斜視図を示しており、図 7 は図 6 の一部拡大断面図である。

【0054】

上述した各実施形態のウエーハの分割方法によると、第 1 の加工装置であるレーザー加工装置 2 で形成した加工溝 6 2 を第 2 の加工装置である切削装置 6 4 で検出する必要がなく、切削装置 6 4 の切削ブレード 9 0 をレーザー加工装置 2 で形成した加工溝 6 2 に容易に位置付けることが可能となり、作業効率を落とすことなくウエーハ W を個々のデバイス D に分割することができる。

【0055】

上述した実施形態では、第 1 の加工装置としてレーザー加工装置、第 2 の加工装置としてダイシング装置を使用した例について説明したが、本発明における加工装置の組合せはこれに限定されるものではない。

【0056】

例えば、第 1 及び第 2 の加工装置ともダイシング装置を使用しても良いし、又はレーザー加工装置を使用しても良い。或いは、第 1 及び第 2 の加工装置として、レーザー加工装置、ダイシング装置、ウォータジェット加工装置の中から適当な組合せを選択して使用するようにしても良い。

【0057】

また、ワークとしての板状物は半導体ウエーハに限定されるものではなく、電子部品に使用される各種セラミック基板、樹脂基板、ガラス基板、サファイア基板、CPS 基板等の板状物に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0058】

【図 1】第 1 の加工装置であるレーザー加工装置の概略構成図である。

【図 2】フレームと一体化されたウエーハを示す斜視図である。

【図 3】各ストリートに沿って加工溝が形成された状態を示すフレームに支持されたウエーハの斜視図である。

【図 4】図 3 の一部拡大断面図である。

【図 5】第 2 の加工装置である切削装置の概略構成図である。

【図 6】各加工溝を切削した状態のフレームに支持されたウエーハの斜視図である。

【図 7】図 6 の一部拡大断面図ある。

【符号の説明】

【0059】

- 2 レーザー加工装置
- 2 8 チャックテーブル
- 3 4 レーザービーム発振手段
- 3 6 集光器

10

20

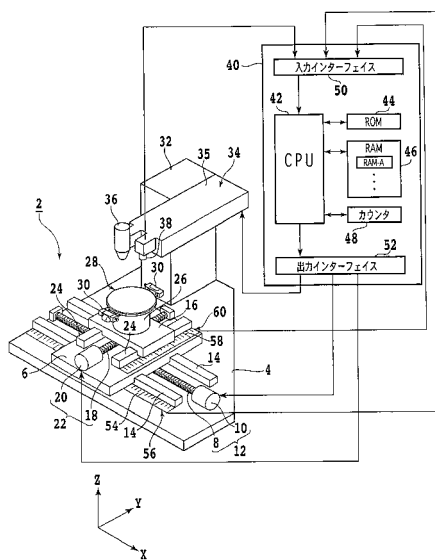
30

40

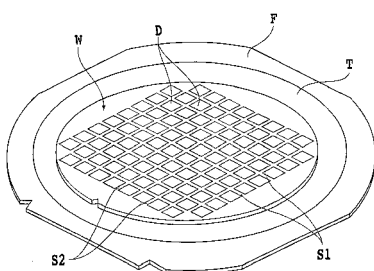
50

- 38 撮像手段
- 40 コントローラ
- 62 加工溝
- 64 切削装置
- 80 チャックテーブル
- 86 切削手段
- 90 切削ブレード
- 96 切削溝

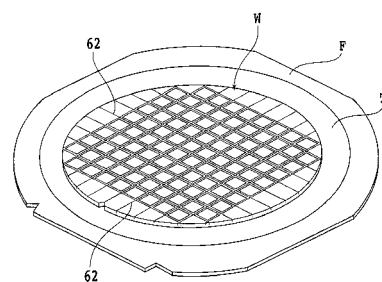
【図 1】



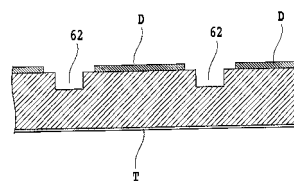
【図 2】



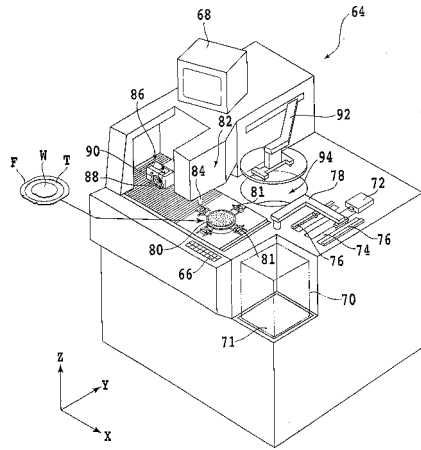
【図 3】



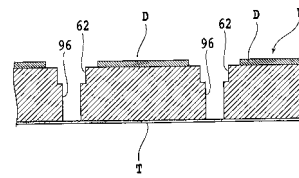
【図 4】



【図 5】



【図 7】



【図 6】

